

Doppler radar module using microstrip techniques

Patent number: EP0638818
Publication date: 1995-02-15
Inventor: LOHNINGER GERHARD DIPL-ING (DE);
ZIMMERMANN WALTER ING GRAD (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- **international:** G01S7/03
- **european:** G01S7/03B; G01S13/58; H03B5/18G1B; H03D9/06A3
Application number: EP19930112716 19930809
Priority number(s): EP19930112716 19930809

Also published as:

US5497163 (A1)
JP7055917 (A)
EP0638818 (B1)

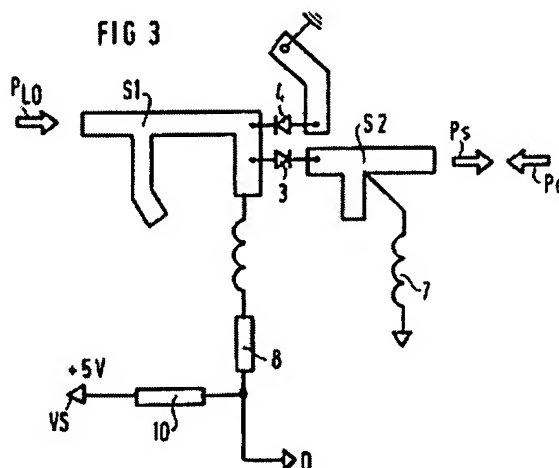
Cited documents:

FR2575554
DE4013049
US4931799
GB2010036
WO8303309
more >>

Report a data error here

Abstract of EP0638818

A high-sensitivity Doppler radar module which at the same time has a low transmitted power and harmonic emission is intended to have high ESD resistance and to be of compact construction. A local oscillator (2) which is stabilized using a dielectric resonator (1) supplies a microwave antenna (5) via a series-connected mixer (3, 4). The microwave antenna (5) emits a transmitted signal, and the signal reflected back and received from an object is fed via the antenna (5) to the mixer (3, 4) and is mixed with the element of the oscillator signal used for the mixing process, to form the Doppler signal.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

This Page Blank (uspto)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 638 818 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 93112716.1

51 Int. Cl.⁶: G01S 7/03

22 Anmeldetag: 09.08.93

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.02.95 Patentblatt 95/07

71 Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
D-80333 München (DE)

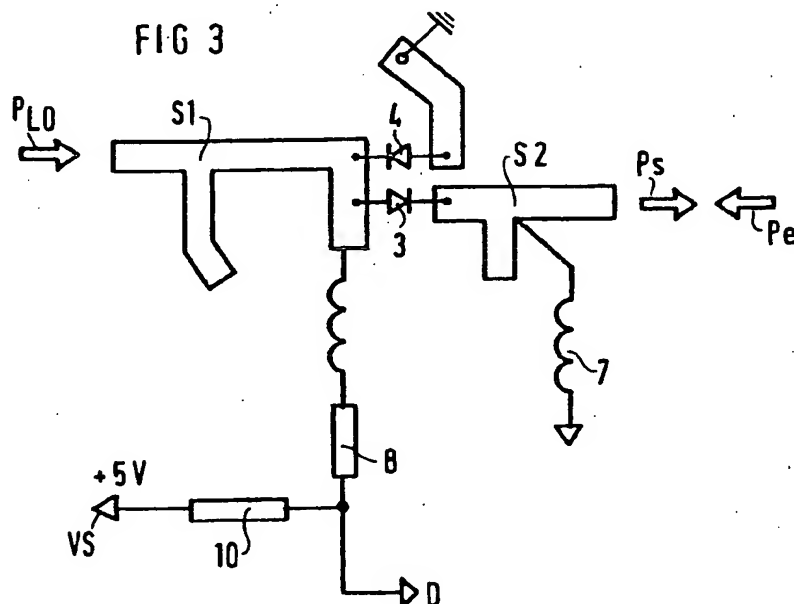
84 Benannte Vertragsstaaten:
AT·CH DE FR GB IT LI NL

72 Erfinder: Lohninger, Gerhard, Dipl.-Ing.
Frasdorfer Strasse 20
D-81549 München 90 (DE)
Erfinder: Zimmermann, Walter, Ing. (grad.)
Eichenweg 9
D-84405 Dorfen 1 (DE)

54 Dopplerradarmodul in Mikrostreifenleitungstechnik.

57 Ein Dopplerradarmodul mit hoher Empfindlichkeit bei gleichzeitig geringer Sendeleistung und Oberwellenabstrahlung soll eine hohe ESD-Festigkeit und kompakte Bauweise haben. Ein mit einem dielektrischen Resonator (1) stabilisierter Lokaloszillator (2) speist über einen in Serie geschalteten Mischer (3, 4) eine Mikrowellen-Antenne (5), über die ein

Sendesignal abgestrahlt wird, und das von einem Objekt zurückreflektierte und empfangene Signal wird über die Antenne (5) dem Mischer (3, 4) zugeführt und mit dem dem Mischvorgang dienenden Anteil des Oszillatorsignals zum Dopplersignal gemischt.



EP 0 638 818 A1

Die Erfindung betrifft ein Dopplerradarmodul in Mikrostreifenleitungstechnik mit einem Gehäuse aus elektrisch leitfähigem Material.

Aus der EP-A-0 129 251 ist ein Streifenleitungs-dopplerradar bekannt, bei dem ein Hochfrequenzoszillator über einen ersten Streifenleiter und einen dielektrischen Resonator mit einem zweiten Streifenleiter hochfrequenzmäßig gekoppelt ist. Der zweite Streifenleiter ist mit einer Antenne gekoppelt. Der Resonator ist zwischen den beiden Leitern derart angeordnet, daß der Antenne und Empfangsdiode eine vorgegebene Leistung zugeführt wird. Das Dopplerradar für Frequenzen von ca. 10GHz ist mit einem Gunn-Element, einer Schottky-Beam Lead-Diode und einer Keramik-Mikrowellen-Platine ausgestattet. Nachteilig ist bei dieser Anordnung allerdings die aufwendige Montage, der hohe DC-Leistungsbedarf, die hohe Lokaloszillator-(LO)-Störstrahlung, die Oberwellenabstrahlung und der für eine Serienfertigung zu niedrige Integrationsgrad. Zudem muß besonders auf ESD (Electrostatic Discharge)-Schutzmaßnahmen geachtet werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Dopplerradarmodul mit hoher Empfindlichkeit bei gleichzeitig relativ geringer Oberwellenabstrahlung so zu realisieren, daß das System eine hohe Festigkeit gegenüber elektrostatischen Aufladungen aufweist und eine kostengünstige Serienfertigung in kompakter Bauweise möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Dopplerradarmodul in Streifenleitungstechnik mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen bzw. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand zusätzlicher Ansprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Dopplerradarmodul speist ein mit einem dielektrischen Resonator stabilisierter Lokaloszillator (LO), beispielsweise ein FET-Oszillator über ein in Serie liegendes Mischerelement eine Mikrowellen(MW)-Antenne, vorzugsweise Patch-Antenne, welche das Oszillator- bzw. Sendesignal mit der Sendeleistung P_s abstrahlt. Das von einem bewegten Objekt zurückreflektierte und empfangene Signal mit der Leistung P_e wird über dieselbe Antenne dem Mischer zugeführt und mit dem dem Mischvorgang dienenden Anteil des Oszillator(LO)-Signals zum Dopplersignal gemischt.

Durch die serielle Anordnung von Lokaloszillator, Mischerelement und Antenne wird ein hoher Mischwirkungsgrad und eine hohe Empfindlichkeit bei gleichzeitig minimiert abgestrahlter Sendeleistung erreicht.

Durch den Aufbau des Dopplerradars mit einer Multilayerplatine, bei der ein Lokaloszillator auf der einen Seite und ein Mischer mit der Antennenspeisung auf der anderen Seite angeordnet sind, wird das Gehäuse des Dopplerradars in zwei Kammern

geteilt. Diese vorteilhafte Maßnahme ermöglicht eine kompakte Bauweise und eine Minimierung der Oberwellenabstrahlung.

Die hohe ESD-Festigkeit wird antennenseitig durch eine zur Masse führende $\lambda/4$ -Leitung und ausgangsseitig durch einen Schutzwiderstand zum Mischer erreicht.

Anhand eines in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird die Erfindung im folgenden näher erläutert. Es zeigen

FIG 1 eine Prinzipschaltung des Dopplerradars,

FIG 2 das Mischerprinzip,

FIG 3 eine Ausführung des Mixers,

FIG 4 eine Draufsicht auf die eine Seite der Multilayerplatine mit dem dortigen Schaltungsteil,

FIG 5 eine Draufsicht auf die andere Seite der Multilayerplatine mit dem dortigen Schaltungsteil des Dopplerradars,

FIG 6 eine Draufsicht auf das Dopplerradarmodul ohne Deckel und

FIG 7 einen Querschnitt des Moduls nach FIG 6.

Das in FIG 1 dargestellte, als Bewegungssensor verwendete Dopplerradar besteht im wesentlichen aus den drei Funktionseinheiten: dem eigentlichen Dopplerradarmodul, einem NF-Vorverstärker VA und einer Spannungsstabilisierung VS. Ein mit einem dielektrischen Resonator stabilisierter Lokaloszillator 2, in diesem Beispiel ein FET-Oszillator, speist über einen in Serie liegenden Mischer mit den Mischerdioden 3 und 4 eine Mikrowellen-Antenne 5, vorzugsweise Patch-Antenne, über die ein Sendesignal abgestrahlt wird. Antennenseitig ist eine zur Masse führende $\lambda/4$ -Streifenleitung 7 und ausgangsseitig ein Schutzwiderstand 8 und ein Diodenverspannungswiderstand 10 zum Mischer 3, 4 vorgesehen. Die über die Antenne abgestrahlte Mikrowellenleistung wird bei Bewegungsvorgängen im Empfindlichkeitsbereich des Sensors reflektiert und den Mischerdioden 3, 4 zugeführt und damit ein Dopplersignal erzeugt. Ein nachfolgender rauscharmer NF-Vorverstärker VA verarbeitet das Dopplersignal und bildet mit der Spannungsstabilisierung VS die weiteren zwei Komponenten der Funkanlage, die beispielsweise auf einer einseitig bestückten Leiterplatte integriert sind.

In FIG 2 ist das Mischerprinzip des Dopplerradars mit in Serie liegenden Mixern, beispielsweise Schottky-Dioden 3, 4 gezeigt. Mit $U(f_0)$ ist das LO-Signal bei der Frequenz f_0 , mit $U(f_0 \pm f_d)$ das empfangene Signal bei den möglichen Frequenzen $f_0 \pm f_d$ und mit $U(f_d)$ das erzeugte Dopplersignal bei der Dopplerfrequenz f_d bezeichnet. Bewegt sich ein im Empfindlichkeitsbereich des Sensors befindliches Objekt, das die MW-Strahlung reflektiert, so wird die frequenzverschobene reflektierte

Welle von der MW-Antenne aufgenommen und wiederum dem Mischer zugeführt. Der Mischprozeß aus dem LO-Signal und der frequenzversetzten Welle liefert das geschwindigkeitsproportionale Dopplersignal.

Der in FIG 3 dargestellte Mischer besteht in diesem Beispiel aus zwei Low Barrier Silizium Dioden 3, 4. Die im Serienzweig zur Antenne liegende Diode 3 dient dem Mischvorgang; die Diode 4 mit der Schaltung einer Mikrostreifenleitung zur Masse dient der Rauschunterdrückung. Das LO-seitige Anpassnetzwerk S_1 bietet der Diode 3 einen niederohmigen Abschluß und erfüllt zwei Funktionen. Durch die Fehlanpassung zum Lokaloszillator 2 wird einerseits die abgegebene Leistung P_s soweit reduziert, daß die Sendeleistung an der Antenne 5 auf einen geringen Wert von z.B. 0 dBm EIRP abgesenkt wird, die Mischfunktion aber voll erhalten bleibt. Andererseits wird damit ein optimaler LO-seitiger Mischerabschluß für das Empfangssignal P_e erreicht. Das Netzwerk S_2 dient der Empfangsanpassung.

Als platzsparende Antenne 5 wird vorzugsweise eine Patch-Antenne aus Teflonmaterial verwendet. Die Anbindung der Mischerstruktur 3, 4 und der Antennenanpassung auf der Multilayerplatine 6 realisiert man mit einem Anschlußdrähtchen aus Silberdraht. Ein HF-Durchführungsbauerelement kann damit entfallen. Außerdem ist die verwendete Mikrowellen-Antenne 5 durch eine am Ende mit einem Kurzschluß versehene $\lambda/4$ -Streifenleitung 7 auf der Multilayerplatine 6 mit dem Gehäuse verbunden. Dadurch ist eine ESD-Gefährdung durch Berühren der Patch-Antenne vermieden. Der nach außen geführte Abgriff für das Dopplersignal D ist durch einen Schutzwiderstand 8, in diesem Fall einen 160 Ohm-Widerstand von der Mischerstruktur 3, 4 geschützt. An dem nach außen geführten Abgriff zum Spannungsregler VS liegt ein 51 kOhm-Widerstand als Diodenvorspannungswiderstand 10.

Die Figuren 4 und 5 zeigen Draufsichten auf die beiden Seiten der Multilayerplatine 6 mit den jeweiligen Schaltungsteilen. Die Mikrowellen-Multilayerplatine 6 besteht vorzugsweise aus zwei beidseitig Cu-kaschierten, vorher definiert freigeätzten Teflonplatten, die miteinander verklebt sind. Es ist vorteilhaft, daß für diese Klebung nur ein bedingt HF-tauglicher Kleber verwendet werden kann, da hier die Dielektrizitätskonstante des Klebers keine entscheidende Rolle spielt. Weiterhin ist auch von Vorteil, daß eine beidseitige Mikrowellen-Führung möglich ist.

Die Multilayerplatine 6 zeichnet sich dadurch aus, daß sich auf der einen Seite der Platine gemäß FIG 4 die Streifenleitungen des Mikrowellenoszillators 2 (FIG 1), der dielektrische Resonator 1, in diesem Beispiel ein Feldeffekttransistor 22 als

aktives Element des Lokaloszillators 2 (FIG 1), der Gate-DC-Widerstand 9 und der HF-Serienwiderstand 13 befinden. Der optimal dimensionierte Serienwiderstand 13 gewährleistet die Anpassung des Oszillators 2 an die Lastimpedanz und reduziert gleichzeitig die Ausgangsleistung des Oszillators.

Auf der anderen Seite der Multilayerplatine 6 befinden sich gemäß FIG 5 eine Oberflächenfilterstruktur in Form von Widerständen 11, Transistorwiderstände 12, der Diodenmischer 3, 4 und die Antennenanpassung 26. Mit C ist ein Entkopplungskondensator zwischen Oszillator 2 und Mischer 3, 4 bezeichnet. Die Mikrowelle wird durch das aus zwei Widerständen 11 bestehende Oberflächenfilter und einen Mikrowellenstub 15 dem Mischer 3, 4 zugeführt.

Das vom Oszillator 2 (FIG 1) erzeugte LO-Signal wird durch eine Durchkontaktierung 19 von der einen Seite zur anderen Seite der Platine geführt. Die beiden Cu-Mittellagen müssen daher eine entsprechende Freileitzung aufweisen. Die Spannungszuführung zum Transistor 22 über die Widerstände 12 von einer Seite zur anderen basiert auf dem gleichen Prinzip (Durchkontaktierung 14). Die Durchkontaktierungen 16, 17 (Außendurchmesser 3,4 mm bzw. Innendurchmesser 0,5mm) am Umfang der Multilayerplatine 6 dienen zur Bildung einer HF-Masse der beiden Cu-Mittellagen und zur Vermeidung von HF-Abstrahlung an den Rändern der Multilayerplatine 6. Die Durchkontaktierungen 18 verbinden den FET 22 bzw. die Paralleldiode 4 des Mixers mit den beiden Cu-Mittellagen. Durch das Einlöten der Multilayerplatine 6 in das Gehäuse wird somit die Verbindung der beiden Cu-Mittellagen (Zwischenschichten) mit dem Gehäuse gewährleistet.

Von besonderem Vorteil ist, daß durch die Lage und Anordnung der Durchkontaktierungen 16 am Rand einer jeden Einzelplatine 6 die Herstellung einer Vielzahl von Platten in einem Nutzen wesentlich erleichtert wird. Die Positionierung der Durchkontaktierungen 16 und ein Ausstanzvorgang erzeugen dabei eine Perforation bzw. eine Zahnung, die der einer Briefmarke ähnlich ist.

Die Multilayerplatine 6 wird beidseitig mit oberflächenmontierbaren Bauelementen bestückt und kann somit in der Großserie mit Bestückungsautomaten hergestellt werden.

Das Streifenleitungsdopplerradar umfaßt im wesentlichen folgende Komponenten:

- Eine Multilayerplatine mit Oszillator und Mischer.
- Eine Mikrowellenantenne.
- Ein Gehäuse aus elektrisch leitfähigem Material mit Deckel und Abstimmerschraube.
- Eine NF-Platine mit Spannungsregler und Dopplersignalverstärker.

Die FIG 6 und 7 zeigen das Dopplerradarmodul mit der NF-Platine 20. Die NF-Platine 20 umfaßt eine stabilisierte +5V Spannung und eine Aufbereitung des Dopplersignals. Der Dopplersignalverstärker VA (FIG 1) leistet eine Spannungsverstärkung von 1000.

Nachdem die Mikrowellenantenne 5 und die NF-Platine 20 auf das Gehäuse 21 gelötet wurden, lötet man wiederum die Multilayerplatine 6 auf einen dafür vorgesehenen Gehäuseabsatz ein.

Anschließend werden zur Verbindung der Multilayerplatine 6 mit der Mikrowellenantenne 5, der DC-Versorgung und der Dopplersignalzuleitung drei Silberdrahtstücke 24 eingesetzt und der Gehäusedeckel 23 (FIG 7) eingelötet. Das Verlöten aller Komponenten gewährleistet einen hohen Qualitätsstandard. Abschließend wird mit Hilfe einer Abstimmerschraube 25 die Frequenz der abgestrahlten Leistung eingestellt.

Das erfindungsgemäße Streifenleitungsdopplerradar läßt sich z.B. als Bewegungsmelder, Türöffner und ähnlichen Anwendungen in vielen Bereichen verwenden.

Patentansprüche

1. Dopplerradarmodul in Mikrostreifenleitungstechnik mit einem Gehäuse aus elektrisch leitfähigem Material, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein mit einem dielektrischen Resonator (1) stabilisierter Lokaloszillator (2) über einen in Serie geschalteten Mischer (3, 4) eine Mikrowellen-Antenne (5) speist, über die ein Sendesignal abgestrahlt wird, und daß das von einem Objekt zurückreflektierte und empfangene Signal über die Mikrowellen-Antenne (5) dem Mischer (3, 4) zugeführt und mit dem dem Mischvorgang dienenden Anteil des Oszillatorsignals zum Dopplersignal gemischt wird.
2. Dopplerradarmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Mischer (3, 4) mit der einen Diode (3) in Serie geschaltet ist und eine Fehlanpassungsschaltung (S₁) zum Lokaloszillator (2) sowie eine Antennenanpaßschaltung (26) zur Mikrowellen-Antenne (5) aufweist, und daß die andere Diode (4) mit der Schaltung einer Mikrostreifenleitung zur Masse der Rauschunterdrückung dient.
3. Dopplerradarmodul nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Multilayerplatine (6) vorgesehen ist, die das Gehäuse (21) in zwei Kammern teilt, und daß der Lokaloszillator (2) mit dem Transistor (22) auf der einen Seite und der Mischer (3, 4) mit der Antennenspeisung auf der anderen Seite der Multilayerplatine (6) angeordnet sind.

4. Dopplerradarmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß antennen-seitig eine zur Masse führende $\lambda/4$ -Streifenleitung (7) und ausgangsseitig ein Schutzwiderstand (8) zum Mischer (3, 4) vorgesehen sind.
5. Dopplerradarmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Multilayerplatine (6) aus zwei beidseitig Cu-kaschierten, vorher definiert freigeätzten Platinen besteht, deren Rückseiten verbunden sind.
6. Dopplerradarmodul nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rückseiten der beiden Platinen mit einem Kleber verbunden sind.
7. Dopplerradarmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das aktive Element des Lokaloszillators (2) ein Feldeffekttransistor (22) oder ein bipolarer Hochfrequenztransistor ist.
8. Dopplerradarmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der einen Seite der Multilayerplatine (6) die Streifenleitungen des Lokaloszillators (2), der dielektrische Resonator (1), ein Feldeffekttransistor (22) als aktives Element des Lokaloszillators (2), ein Gate-DC-Widerstand (9) und ein HF-Serienwiderstand (13) angeordnet sind, daß auf der anderen Seite der Multilayerplatine (6) eine Oberwellenfilterstruktur (11), Spannungszuführungsvorwiderstände (12), der Mischer (3, 4) und die Antennenanpassungsschaltung (26) angeordnet sind, und daß das vom Lokaloszillator (2) erzeugte Oszillatorsignal durch eine Durchkontaktierung (19) von der einen Seite zur anderen Seite der Multilayerplatine (6) führbar ist.
9. Dopplerradarmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Mikrowellen-Antenne (5) eine Patch-Antenne vorgesehen ist.
10. Dopplerradarmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Umfang der Multilayerplatine (6) zum Verbinden der beiden Cu-Mittellagen mit dem Gehäuse (21), der Abdichtung der beiden Kammern und zur Vermeidung von HF-Abstrahlung an den Rändern mit einer Vielzahl von Durchkontaktierungen (16, 17) versehen ist.
11. Dopplerradar nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Multilayerplatinen (6) in einem Nutzen an ihrem

Umfang mit Durchkontaktierungen (16) versehen sind, die nach einem Ausstanzen Segmente in Gestalt einer Rändzahnung bilden.

12. Dopplerradar nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die NF-Platine (20) direkt mit dem Gehäuse (21) verlötet ist.

10

15

20

25

30

35

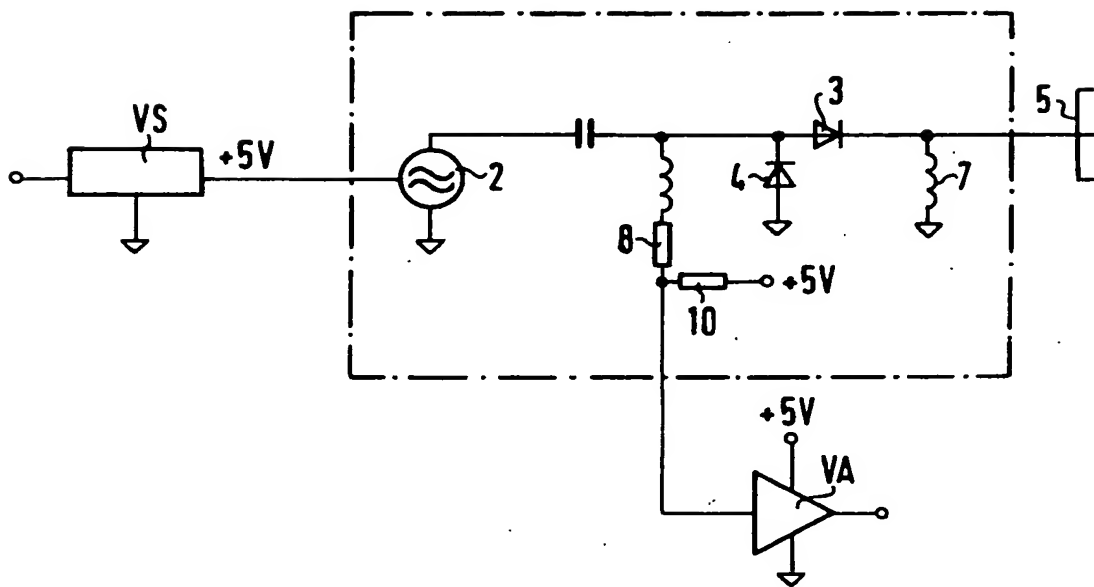
40

45

50

55

FIG 1



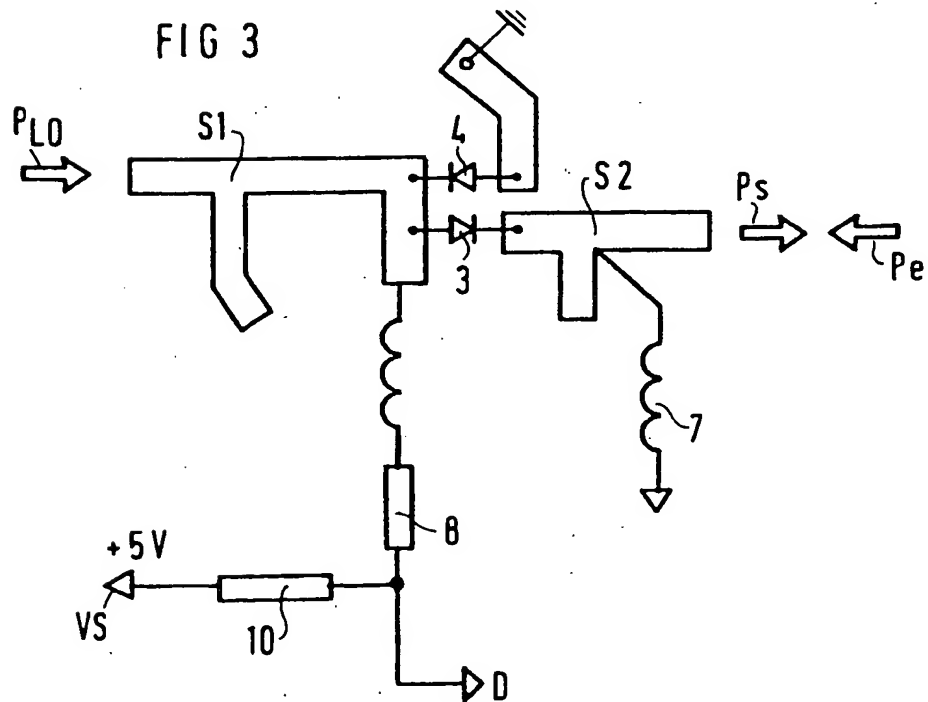
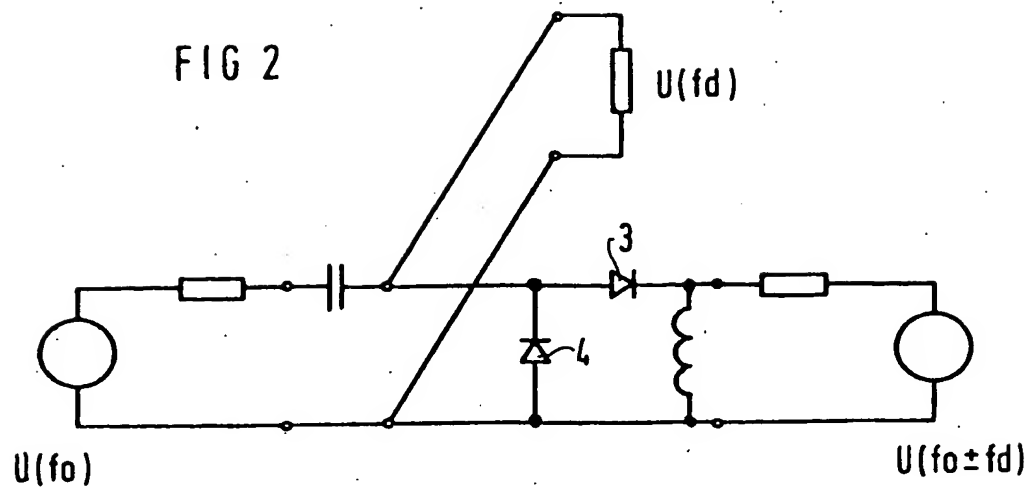


FIG 4

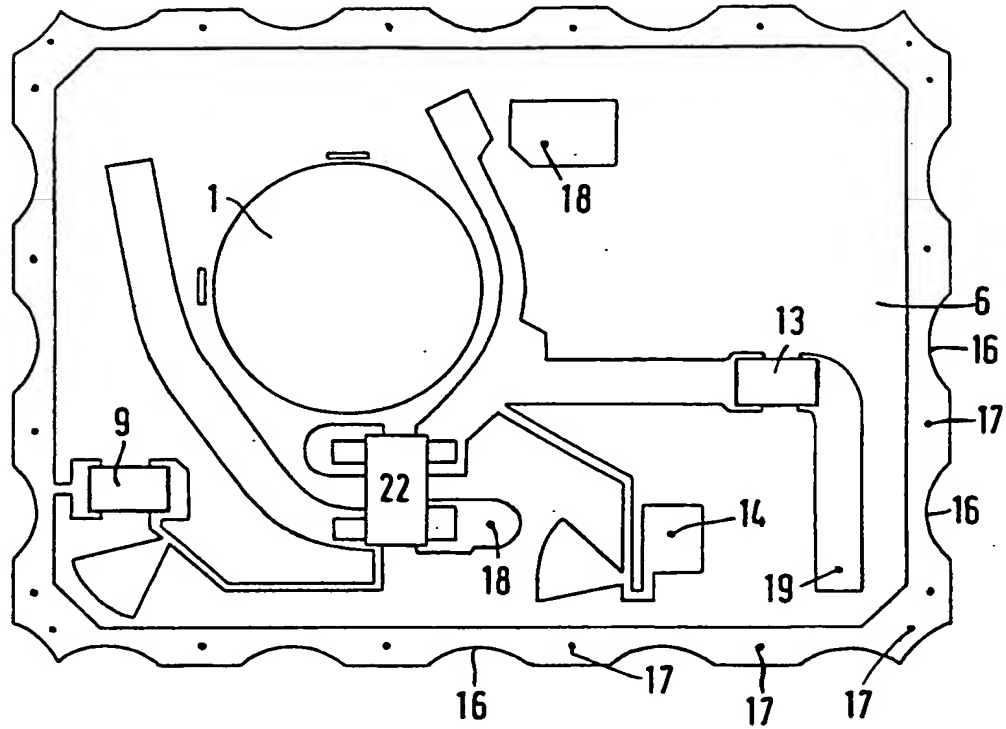


FIG 5

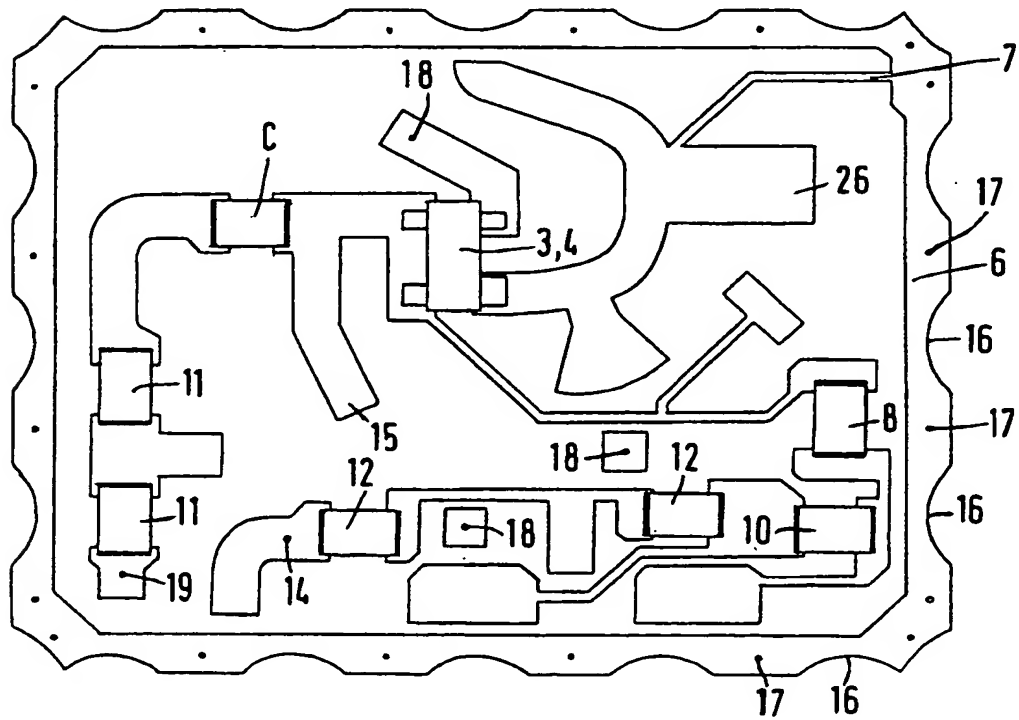


FIG 6

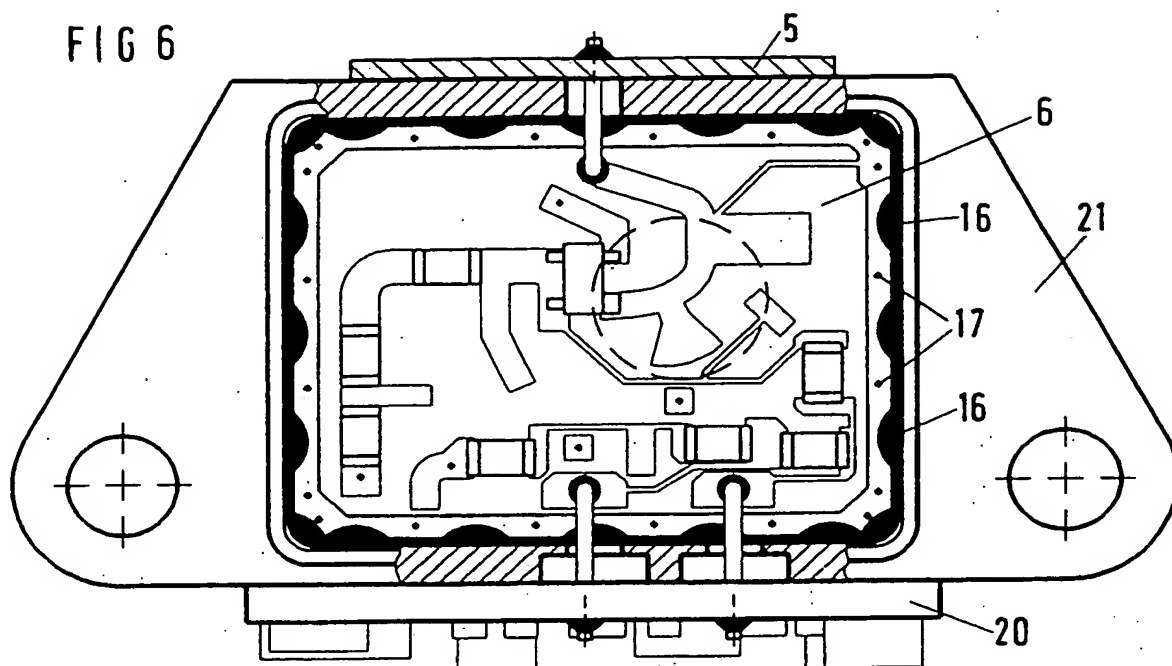
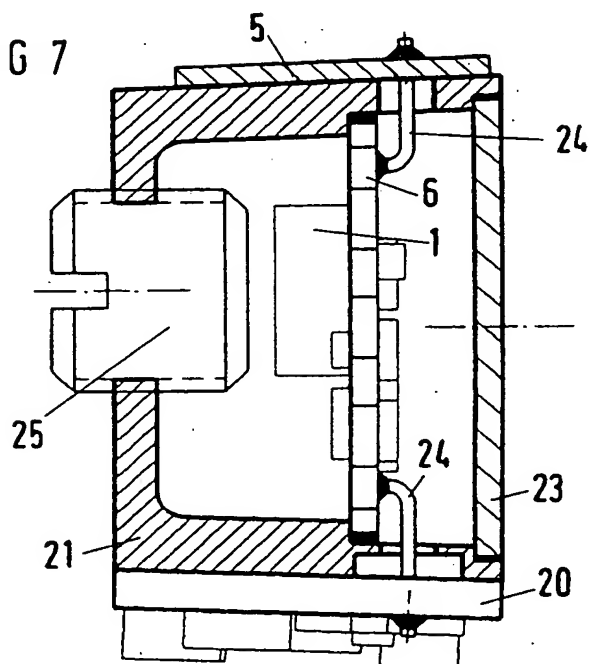


FIG 7





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 11 2716

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	FR-A-2 575 554 (RTC, LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC, S.A.) * Abbildungen 1,4 * * Seite 4, Zeile 12 - Zeile 16 * * Seite 5, Zeile 2 - Zeile 18 * ---	1	G01S7/03
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 089 (E-309)18. April 1985 & JP-A-59 219 001 (FUJITSU KK) 10. Dezember 1984 * Zusammenfassung *	1	
X	DE-A-4 013 049 (SIEMENS AG.) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 * * Spalte 2, Zeile 35 - Zeile 49 *	1	
A	US-A-4 931 799 (WEN ET AL.) * Abbildungen 6,7 * * Spalte 5, Zeile 33 - Zeile 54 *	1	
A	GB-A-2 010 036 (HITACHI LTD.) * Zusammenfassung; Abbildungen 1A,1B * * Seite 1, Zeile 81 - Zeile 118 *	1,3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
A	WO-A-8 303 309 (HÖRMANN GMBH.) * Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 * * Seite 6, Zeile 4 - Zeile 29 *	1,7	G01S H01Q
D,A	EP-A-0 129 251 (SIEMENS AG.) * das ganze Dokument *		
A	US-A-5 023 624 (HECKAMAN ET AL.) * das ganze Dokument *		
A	US-A-4 967 201 (RICH, III) * das ganze Dokument *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 20 DEZEMBER 1993	Prüfer DANIELIDIS S.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)